



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

(87) **EP 0 574 149 B 1**

(10) **DE 693 22 206 T 2**

- (21) Deutsches Aktenzeichen: 693 22 206.9
(65) Europäisches Aktenzeichen: 93 303 936.4
(65) Europäischer Anmeldetag: 20. 5. 93
(87) Erstveröffentlichung durch das EPA: 15. 12. 93
(87) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 25. 11. 98
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 22. 4. 99

DE 693 22 206 T 2

- (30) Unionspriorität:
896853 11. 06. 92 US
- (73) Patentinhaber:
Cascade Microtech, Inc., Beaverton, Oreg., US
- (74) Vertreter:
Kern, Brehm & Partner GbR, 81369 München
- (84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT

(72) Erfinder:
Schwindt, Randy J., Portland, Oregon 97202, US;
Harwood, Warren K., Vancouver, Washington
98682, US; Tervo, Paul A., Vancouver, Washington
98682, US; Smith, Kenneth R., Portland, Oregon
97223, US; Warner, Richard H., Portland, Oregon
97202, US; Andrews, Peter D., Tigard, Oregon
97223, US

(31) Warenprüfung mit integrierten Einrichtungen für Erdung, Kelvinverbindung und Abschirmung

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 693 22 206 T 2

Best Available Copy

EP 0 574 149 (93303936.4-2203)
CASCADE MICROTECH, INC.

Cas-9325/EP/DE
vp-pw

5

Hintergrund der Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Prüfstationen zum Durchführen hochgenauer Schwachstrom- und Niederspannungsmessungen von Wafern und anderen elektronischen Test-
vorrichtungen. Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf eine Prüfstation mit einem Schutz-
system zum Verhindern von Kriechströmen, einem Kelvinverbindungssystem zum Beseitigen
von durch Leitungswiderstände verursachten Spannungsverlusten und mit einem elektromagneti-
sche Störeinflüsse (EMB; englisch: EMI) abschirmenden System.

15

Das Schutzverfahren zum Minimieren von Kriechströmen bei Schwachstrommessungen, die
Verwendung von Kelvinverbindungen bei Niederspannungsmessungen und das Vorsehen einer
EMB-Abschirmung sind sämtlich bekannt und in der technischen Literatur vielfach diskutiert.

20

Beispielhaft wird verwiesen auf einen Artikel von William Knauer mit dem Titel "Fixturing for
Low-Current/Low-Voltage Parametric Testing", erschienen in Evaluation Engineering, Novem-
ber 1990, Seiten 150 bis 153. Ferner wird verwiesen auf Hewlett-Packard, "Application Note
356-HP 4142B Modular DC Source/Monitor Practical Application" (1987), Seiten 1 bis 4 und
Hewlett-Packard, H-P Modell 4284A Precision LCR-Meter, Betriebshandbuch (1991), Seiten 2-
1, 6-9 und 6-15.

25

Bei Schutzanwendungen wird ein elektrischer Leiter, welcher eine Schwachstromleitung oder
-schaltung umgibt oder auf sonstige Weise nahe an dieser angeordnet ist, auf demselben Poten-
tial wie die Leitung oder Schaltung gehalten, um Kriechströme zu verringern, so daß die
Schwachstrommessungen exakt durchgeführt werden können.

30

Kelvinverbindungen kompensieren durch Leitungswiderstände verursachte Spannungsverluste,
welche sonst Fehler bei Niederspannungsmessungen verursachen würden. Dies wird durch Vor-
sehen einer Spannungsquellenleitung und einer Meßleitung (üblicherweise auch "Kraft-" bzw.
"Meßwerterfassungs-"Leitung genannt) an einem Zwischenschaltipunkt (der Kelvinverbindung)

bewerkstelligt, welcher so nah wie möglich an der Testvorrichtung angeordnet ist. Durch die Meßleitung ist ein hochohmiges Voltmeter mit diesem Zwischenschaltpunkt verbunden, um die Spannung in der Meßleitung ohne einen nennenswerten Stromfluß oder sich daraus ergebenden Spannungsverlust exakt zu erfassen. Dies vermeidet den Fehler, welcher aufgrund des in der Spannungsquellenleitung auftretenden Spannungsverlustes anderweitig auftreten würde, wenn das Voltmeter die Spannung durch die Spannungsquellenleitung erfassen würde.

Prüfstationen zum Durchführen von Untersuchungen mit Schutztechniken, Kelvinverbindungs-
techniken und EMB-Abschirmtechniken sind bereits zum Einsatz gekommen. Die kundenspezifische Inbetriebnahme derartiger Prüfstationen, wie sie für Schutz- und Kelvinverbindungsverfahren erforderlich sind, ist sehr zeitintensiv und in einigen Fällen hinsichtlich ihrer Effektivität begrenzt. Beispielsweise ist in einem Artikel von Yousuke Yamamoto mit dem Titel "A Compact Self-Shielding Prober for Accurate Measurement of On-Wafer Electron Devices", erschienen in IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Volume 38, Nr. 6, Dezember 1989, Seiten 1088 bis 1093, eine Prüfstation mit einem einzelnen, lösbaren, dreiachsigen Verbinder gezeigt, welcher an der Prüfkarte und der die Testvorrichtung tragenden Spannvorrichtung befestigt ist. Normalerweise wird das dazwischenliegende Verbinderelement eines dreiachsigen Verbinders für Schutzzwecke verwendet. Die gezeigte Spannvorrichtung weist jedoch lediglich eine Spanneinrichtung und eine Abschirmung ohne eine separate Schutzanordnung auf, mit der das dazwischenliegende Verbinderelement verbunden werden könnte. Dementsprechend wäre ein äußerst zeitintensiver Umbau einer solchen Station erforderlich, um eine geschützte und abgeschirmte Spannvorrichtung zu erhalten. Auf der anderen Seite sind die Meßfühler auf der Prüfkarte geschützt und abgeschirmt, es ist jedoch keine Einrichtung vorgesehen, welche eine Bewegung jedes Meßfühlers unabhängig von derjenigen der anderen zusammen mit dessen Schutz und Abschirmung ermöglicht, um unterschiedliche Kontaktmuster der Testvorrichtungen aufzunehmen, so daß es der Prüfstation an einer Anpassungsfähigkeit mangelt. Außerdem sind an der Spannvorrichtung keinerlei Kelvinverbindungen vorgesehen, was mehr als einen einzigen, dreiachsigen Verbinder, wie er gezeigt ist, erfordern würde.

Spannvorrichtungen, welche Schutz- und Abschirmkomponenten aufweisen, sind erhältlich. Zum Beispiel zeigt die Firma Temptronic Corporation in Newton, Massachusetts eine thermische Spannvorrichtung, auf der eine "Anbau"-Stützfläche für die Testvorrichtung mit einer zwischen der Anbaufläche und der darunterliegenden Spannvorrichtung liegenden Kupferschutzschicht befestigt ist, welche von jeder durch einzelne Lagen aus Isoliermaterial isoliert ist. Diese Struktur gestattet das Anlöten einer Signalleitung an der Anbaufläche, das Anlöten einer Schutzleitung an der Kupferschutzschicht und das Anlöten einer Masseleitung an die untenliegende Spannvorrichtung, welche dann als eine Abschirmung dienen kann. Eine solche Verdrahtung erfordert jedoch

einen zeitintensiven Aufbau, und dies insbesondere für den Fall, daß auch Kelvinverbindungen erforderlich sind. Außerdem kann durch die Verwendung einer lagenförmigen Isolierung zum Isolieren der Kupferschutzschicht gegenüber der Anbaufläche und der untenliegenden Spannvorrichtung zwischen den jeweiligen Elementen keine Dielektrizitätskonstante erzielt werden, die so gering ist, wie dies mit Blick auf die geringe Höhe des zu messenden Stroms für ein Minimieren der Leckströme wünschenswert ist.

Es wird Bezug genommen auf die EP-A-0 572 180 und die EP-A-0 573 183, welche einen Stand der Technik gemäß Art. 53 (3) EPÜ darstellen. Es wird ferner Bezug genommen auf die US-A-3 710 251, welche eine Vakuumspanneinrichtung offenbart.

Zusammenfassung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung löst die vorgenannten Nachteile der bekannten Prüfstationen durch Vorsehen einer Prüfstation mit integrierten und gebrauchsfertigen Schutz-, Kelvinverbindungs- und Abschirmungseinrichtungen, welche sowohl für einzeln bewegbare Meßfühler als auch für die Spannvorrichtung geeignet sind.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine in Patentanspruch 1 angegebene Prüfstation geschaffen.

Vorzugsweise ist ferner eine zweite derartig lösbare elektrische Verbindieranordnung vorgesehen, deren entsprechende Verbinderelemente parallel zu denjenigen der ersten Verbinderanordnung mit den ersten und zweiten Spannvorrichtungselementen derart verbunden sind, daß an der Spannvorrichtung eine gebrauchsfertig geschützte Kelvinverbindung geschaffen wird, welche durch die einfach lösbare Verbindung eines zweiten, geschützten Kabels mit der zweiten Verbinderanordnung sofort betriebsbereit wird. Somit dient ein Kabel als eine geschützte Spannungsquellenleitung und das andere als eine geschützte Meßleitung.

Leckströme in der Spannvorrichtung werden durch die Tatsache minimiert, daß die drei Spannvorrichtungselemente elektrisch voneinander durch verteilte Muster dielektrischer Abstandshalter anstelle durchgehender dielektrischer Lagen isoliert sind, so daß zwischen den einzelnen Spannvorrichtungselementen große Luftspalte zum Reduzieren der Dielektrizitätskonstante in den Spalten zwischen den Elementen vorgesehen sind.

Individuell bewegbare Meßfühlerhalter sind vorgesehen, welche nicht nur gebrauchsfertig geschützte Signalleitungskabel und Kelvinverbindungskabel, sondern auch einzelne Abschirmungen

für die Kabel jedes Meßfühlers aufweisen, wobei die Abschirmungen zusammen mit jedem Meßfühler getrennt und unabhängig bewegbar sind.

Die vorgenannten und andere Ziele, Merkmale sowie Vorteile der Erfindung werden unter Berücksichtigung der nachfolgenden detaillierten Beschreibung der Erfindung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen besser verständlich.

Kurzbeschreibung der Zeichnung

Es zeigen:

Fig. 1 eine teilweise Vorderansicht einer beispielhaften Ausführungsform einer erfindungsgemäß aufgebauten Wafer-Prüfstation;

Fig. 2 eine Draufsicht auf die Wafer-Prüfstation gemäß Fig. 1;

Fig. 2A eine teilweise Draufsicht auf die Wafer-Prüfstation gemäß Fig. 1 mit teilweise geöffneter Gehäusetür;

Fig. 3 eine teilweise im Schnitt dargestellte und teilweise schematisch dargestellte Vorderansicht der Prüfstation gemäß Fig. 1;

Fig. 3A einen vergrößerten Schnitt entlang der Linie 3A-3A in Fig. 3;

Fig. 4 eine Draufsicht auf die Dichtungsanordnung, bei welcher sich der motorbetriebene Positionierungsmechanismus durch den Boden des Gehäuses erstreckt;

Fig. 5A eine vergrößerte Detail-Draufsicht entlang der Linie 5A-5A in Fig. 1;

Fig. 5B eine vergrößerte, geschnittene Draufsicht entlang der Linie 5B-5B in Fig. 1;

Fig. 6 eine teilweise schematische Detail-Draufsicht auf die Spannvorrichtung entlang der Linie 6-6 in Fig. 3;

Fig. 7 eine teilweise geschnittene Vorderansicht der Spannvorrichtung gemäß Fig. 6;

Fig. 8 eine teilweise geschnittene Seitenansicht eines Meßfühlerhalters und eines Meßfühlers;

2007-98

Fig. 9 eine teilweise geschnittene Unteransicht entlang der Linie 9-9 in Fig. 8.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform

Allgemeiner Aufbau der Prüfstation

Mit Bezug auf die Fig. 1, 2 und 3 weist eine beispielhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Prüfstation eine (teilweise gezeigte) Basis 10 auf, welche eine Trägerplatte 12 über mehrere Hebeböcke 14a, 14b, 14c, 14d abstützt, die die Trägerplatte in vertikaler Richtung relativ zur Basis selektiv um einen kleinen Schritt (etwa 1/10 inch) für nachfolgend noch beschriebene Zwecke anheben und absenken. Durch die Basis 10 der Prüfstation ist ferner eine motorgetriebene Positioniereinrichtung 16 mit einem rechteckigen Stempel 18 abgestützt, welcher eine bewegbare Spannvorrichtung 20 zum Abstützen eines Wafers oder einer anderen Testvorrichtung trägt. Die Spannvorrichtung 20 gelangt frei durch eine große Öffnung 22 in der Trägerplatte 12, welche ermöglicht, daß die Spannvorrichtung unabhängig von der Trägerplatte durch die Positioniereinrichtung 16 entlang X-, Y- und Z-Achsen, d. h. in horizontaler Richtung entlang der zwei senkrecht zueinander stehenden X- und Y-Achsen und in vertikaler Richtung entlang der Z-Achse, bewegbar ist. Auch bewegt sich die Trägerplatte 12, wenn sie in vertikaler Richtung durch die Hebeböcke 14 bewegt wird, unabhängig von der Spannvorrichtung 20 und der Positioniereinrichtung 16.

Auf der Trägerplatte 12 ist eine Vielzahl von einzelnen Meßfühler-Positioniereinrichtungen, wie z. B. 24 (nur eine von diesen ist gezeigt) angebracht, von denen jede einen ausfahrbaren Körper 26 aufweist, an dem ein Meßfühlerhalter 28 befestigt ist, welcher wiederum einen einzelnen Meßfühler 30 zum Abtasten von Wafern und anderen, auf der Spannvorrichtung 20 gehaltenen Testvorrichtungen trägt. Die Meßfühler-Positioniereinrichtung 24 hat Mikrometer-Einstellelemente 34, 36 und 38 zum Einstellen der Position des Meßfühlerhalters 28 und damit des Meßfühlers 30 jeweils entlang der X-, Y- und Z-Achsen relativ zur Spannvorrichtung 20. Die Z-Achse wird hierin salopp als die "Heranführungsachse" zwischen dem Meßfühlerhalter 28 und der Spannvorrichtung 20 bezeichnet, obgleich auch Annäherungsrichtungen, die weder vertikal noch linear sind, auf denen die Meßfühlerspitze und der Wafer oder die andere Testvorrichtung miteinander in Kontakt gebracht werden, von der Bedeutung des Begriffes "Heranführungsachse" mit umfaßt werden. Mit einem weiteren Mikrometer-Einstellelement 40 wird die Neigung des Meßfühlerhalters 28 eingestellt, um die Planheit des Meßfühlers in bezug auf den Wafer oder die andere, durch die Spannvorrichtung 20 gehaltene Testvorrichtung zu justieren. Im ganzen können zwölf einzelne Meßfühler-Positioniereinrichtungen 24, von denen jede einen einzelnen Meßfühler trägt, auf der Trägerplatte 12 um die Spannvorrichtung 20 derart angeordnet werden, daß sie in radialer Richtung zur Spannvorrichtung hin ähnlich wie die Speichen eines Rades zu-

sammenlaufen. Mit einer derartigen Anordnung kann jede einzelne Positioniereinrichtung 24 ihren jeweiligen Meßfühler in X-, Y- und Z-Richtung unabhängig einstellen, wohingegen die Hebeböcke 14 zum Anheben und Absenken der Trägerplatte 12 und damit aller Positioniereinrichtungen 24 und deren jeweiliger Meßfühler betätigt werden können.

5

10

15

20

25

30

35

Ein Umgebungs-Schutzgehäuse besteht aus einem oberen Kastenabschnitt 42, welcher fest an der Trägerplatte 12 befestigt ist, und aus einem unteren Kastenabschnitt 44, welcher fest an der Basis 10 befestigt ist. Beide Abschnitte bestehen aus Stahl oder einem anderen geeigneten, elektrisch leitfähigen Material, um eine EMB-Abschirmung sicherzustellen. Zum Aufnehmen der kleinen, vertikalen Bewegung zwischen den zwei Kastenabschnitten 42 und 44, falls die Hebeböcke 14 zum Anheben oder Absenken der Trägerplatte 12 betätigt werden, ist eine elektrisch leitfähige, elastische Schaumdichtung 46, welche vorzugsweise aus einem silber- oder kohlenstoffimprägnierten Silikon besteht, umfangsseitig an deren Anlageverbindungsstellen an der Vorderseite des Gehäuse und zwischen dem unteren Abschnitt 44 sowie der Trägerplatte 12 derartig angeordnet, daß trotz der vertikalen Relativbewegung zwischen den zwei Kastenabschnitten 42 und 44 ein EMB-Abschluß sowie ein im wesentlichen hermetischer und leichter Abschluß beibehalten werden. Obgleich der obere Kastenabschnitt 42 fest mit der Trägerplatte 12 verbunden ist, ist eine ähnliche Dichtung 47 vorzugsweise zwischen dem Abschnitt 42 und der Oberseite der Trägerplatte zwecks größtmöglicher Abdichtung angeordnet.

Mit Bezug auf die Fig. 5A und 5B weist die Oberseite des oberen Kastenabschnitts 42 einen achteckigen Stahlkasten 48 mit acht Seitenplatten, wie z. B. 49a und 49b, auf, durch die sich die ausfahrbaren Körper 26 der jeweiligen Meßfühler-Positioniereinrichtungen 24 bewegbar hindurcherstrecken können. Jede Platte umfaßt ein hohles Gehäuse, in dem eine einzelne Schicht 50 aus elastischem Schaum untergebracht ist, welcher dem oben erwähnten Dichtungsmaterial ähnlich sein kann. Schlitz, wie z. B. 52, sind in vertikaler Richtung teilweise in den Schaum geschnitten, welche zu Schlitzen 54 ausgerichtet sind, die in der Innen- und Außenfläche jedes Plattengehäuses ausgebildet sind, durch die sich ein jeweiliger, ausfahrbarer Körper 26 einer jeweiligen Meßproben-Positioniereinrichtung 24 bewegbar hindurcherstrecken kann. Der geschlitzte Schaum gestattet eine X-, Y- und Z-Bewegung der ausfahrbaren Körper 26 jeder Meßfühler-Positioniereinrichtung, so daß durch das Gehäuse ein EMB-Abschluß und ein im wesentlichen hermetischer und leichter Abschluß erhalten wird. In vier der Platten ist zum Ermöglichen eines größeren X- und Y-Bewegungsbereichs die Schaumschicht 50 sandwichartig zwischen einem Paar Stahlplatten 55 mit darin ausgebildeten Schlitzen 54 angeordnet, wobei solche Platten in dem Plattengehäuse über einen Bewegungsbereich in Querrichtung verschiebbar sind, welcher durch größere Schlitz 56 in den Innen- und Außenflächen des Plattengehäuses eingegrenzt ist.

Auf dem achteckigen Kasten 48 ist eine kreisförmige Sichtöffnung 58 vorgesehen, in der ein eingelassenes, kreisförmiges, durchsichtiges Dichtfenster 60 ausgebildet ist. Eine Halterung 62 stützt einen mit einer Öffnung versehenen, verschiebbaren Verschuß 64, mit welchem der Lichteintritt durch das Fenster ermöglicht oder verhindert wird. Ein mit einem CRT-Monitor verbundenes Stereoskop (nicht gezeigt) kann oberhalb des Fensters angeordnet sein, um eine vergrößerte Ansicht des Wafers oder der anderen Testvorrichtung und der Meßfühlerspitze zur exakten Meßfühleranordnung während des Aufbaus oder des Betriebs zu liefern. Alternativ dazu kann das Fenster 60 zurückgezogen und eine von einer Schaumdichtung umgebende Mikroskoplins (nicht gezeigt) durch die Sichtöffnung 58 eingeführt werden, wobei der Schaum einen EMB- sowie hermetischen und leichten Abschluß herbeiführt.

Der obere Kastenabschnitt 42 des Umgebungs-Schutzgehäuses umfaßt auch eine schwenkbare Stahltür 68, welche außen um die Schwenkachse eines Gelenks 70 schwenkbar ist, wie dies in Fig. 2A gezeigt ist. Die Tür wird durch das Gelenk nach unten zur Oberseite des oberen Kastenabschnitts 42 derart vorbelastet, daß sie einen dichten, überlappenden, verschiebbaren, umfangseitigen Abschluß 68a mit der Oberseite des oberen Kastenabschnitts bildet. Wenn die Tür geöffnet ist und die Spannvorrichtung 20 durch die Positioniereinrichtung 16 unter die Türöffnung bewegt wird, wie dies in Fig. 2A gezeigt ist, ist die Spannvorrichtung zum Beschicken und Entnehmen zugänglich.

Mit Bezug auf die Fig. 3 und 4 wird die Dichtigkeit des Gehäuses auch bei durch die motorgetriebene Positioniereinrichtung 16 durchgeführten Positionierbewegungen aufgrund des Vorsehens einer Reihe von vier Dichtplatten 72, 74, 76 und 78 aufrechterhalten, welche verschiebbar eine über der anderen gestapelt sind. Die Größe der Platten nimmt von der oberen zur unteren hin ebenso wie die jeweiligen Größen der in den jeweiligen Platten 72, 74, 76 und 78 ausgebildeten, zentralen Öffnungen 72a, 74a, 76a und 78a und die im Boden 44a des unteren Kastenabschnitts 44 ausgebildete Öffnung 79a zu. Die zentrale Öffnung 72a in der oberen Platte 72 steht dicht mit dem Lagergehäuse 18a des vertikal bewegbaren Stempels 18 in Eingriff. Die nächste sich nach unten hin daran anschließende Platte, Platte 74, hat einen sich nach oben erstreckenden Umfangsrand 74b, welcher das Maß, um das die Platte 72 quer über die Oberseite der Platte 74 verschoben werden kann, begrenzt. Die zentrale Öffnung 74a in der Platte 74 hat eine Größe, welche der Positioniereinrichtung 16 gestattet, den Stempel 18 und dessen Lagergehäuse 18a in Querrichtung entlang den X- und Y-Achsen zu bewegen, bis die Kante der oberen Platte 72 gegen den Rand 74b der Platte 74 stößt. Die Größe der Öffnung 74a ist jedoch zu klein, als daß sie durch die obere Platte 72 unbedeckt bliebe, falls solch ein Anstoßen auftritt. Deshalb bleibt eine Abdichtung zwischen den Platten 72 und 74 unabhängig von der Bewegung des Stempels

18 und dessen Lagergehäuses entlang den X- und Y-Achsen erhalten. Eine weitere Bewegung des Stempels 18 und des Lagergehäuses in Richtung des Anschlags der Platte 72 an dem Rand 74b führt zu einer Verschiebung der Platte 74 zum Umfangsrand 76b der nächst darunterliegenden Platte 76. Die zentrale Öffnung 76a in der Platte 76 ist wiederum groß genug, um einen Anschlag der Platte 74 an dem Rand 76b zu gestatten, andererseits klein genug, um ein Nichtbedecken der Öffnung 76a durch die Platte 74 auszuschließen, wodurch auch die Abdichtung zwischen den Platten 74 und 76 sichergestellt ist. Eine noch weitere Bewegung des Stempels 18 und des Lagergehäuses in derselben Richtung verursacht eine ähnliche Verschiebung der Platten 76 und 78 relativ zu ihren darunterliegenden Platten bis zu einem Anschlag an dem Rand 78b bzw. der Seite des Kastenabschnitts 44, ohne daß die Öffnungen 78a und 79a unbedeckt blieben. Diese Kombination aus Gleitplatten und zentralen Öffnungen mit fortschreitend zunehmender Größe gestattet mittels der Positioniereinrichtung 16 einen vollständigen Bewegungsbereich des Stempels 18 entlang den X- und Y-Achsen, wobei das Gehäuse trotz einer derartigen Positionierbewegung in einem abgedichteten Zustand verbleibt. Die durch diese Konstruktion herbeigeführte EMB-Abdichtung ist selbst in bezug auf die Elektromotoren der Positioniereinrichtung 16 wirksam, da diese unterhalb der Gleitplatten angeordnet sind.

Spannvorrichtung

Mit besonderem Bezug auf die Fig. 3, 6 und 7 besteht die Spannvorrichtung 20 aus einer einzigen Modulbauweise, welche entweder mit oder ohne ein Umgebungs-Schutzgehäuse einsetzbar ist. Der Stempel 18 trägt eine Justierplatte 79, welche wiederum jeweils erste, zweite und dritte Spannvorrichtungs-elemente 80, 81 und 83 abstützt, die mit fortschreitend größeren Abständen von dem(den) Meßfühler(n) entlang der Heranführungsachse positioniert sind. Das Element 83 ist eine leitfähige, rechteckige Plattform oder Abschirmung 83, welche leitfähige Elemente 80 und 81 von kreisförmiger Form lösbar trägt. Das Element 80 hat eine ebene, nach oben gerichtete, einen Wafer abstützende Oberfläche 82 mit einer Reihe von darin ausgebildeten, vertikalen Öffnungen 84. Diese Öffnungen stehen mit einzelnen, durch O-Ringe 88 voneinander getrennten Kammern in Verbindung, wobei die Kammern wiederum mit unterschiedlichen Vakuumleitungen 90a, 90b, 90c (Fig. 6) getrennt verbunden sind, welche über getrennt steuerbare Vakuumventile (nicht gezeigt) mit einer Vakuumquelle in Verbindung stehen. Die jeweiligen Vakuumleitungen verbinden wahlweise die jeweiligen Kammern und deren Öffnungen mit der Vakuumquelle, um den Wafer zu halten oder, alternativ dazu, die Öffnungen zum Freigeben des Wafers in herkömmlicher Weise von der Vakuumquelle zu trennen. Das getrennte Betreiben der jeweiligen Kammern und deren korrespondierenden Öffnungen ermöglicht, daß die Spanneinrichtung Wafer unterschiedlicher Durchmesser halten kann.

Zusätzlich zu den kreisförmigen Elementen 80 und 81 sind an den Ecken des Elements 83 Hilfsspanneinrichtungen, wie z. B. 92 und 94, durch Schrauben (nicht gezeigt) unabhängig von den Elementen 80 und 81 zum Zwecke des Abstützens von Kontaktsubstraten und Kalibrierungssubstraten lösbar angebracht, während ein Wafer oder eine andere Testvorrichtung gleichzeitig durch das Element 80 abgestützt ist. Jede Hilfsspanneinrichtung 92, 94 hat seine eigene, separate, nach oben gerichtete, ebene Oberfläche 100, 102, welche zur Oberfläche 82 des Elements 80 parallel ist. Vakuumöffnungen 104 durchdringen die Oberflächen 100 und 102 von der Verbindung mit jeweiligen, in dem Körper jeder Hilfsspanneinrichtung vorgesehenen Kammern her. Jeder dieser Kammern steht wiederum über eine separate Vakuumleitung und ein separates, unabhängig betätigbares Vakuumventil (nicht gezeigt) mit einer Vakuumquelle in Verbindung, wobei jedes derartige Ventil die jeweiligen Gruppen von Öffnungen 104 mit Bezug auf die Vakuumquelle unabhängig von dem Betrieb der Öffnungen 84 des Elementes 80 wahlweise verbindet oder trennt, um ein Kontaktsubstrat oder Kalibrierungssubstrat, welches sich auf den jeweiligen Oberflächen 100 und 102 befindet, unabhängig von dem Wafer oder der anderen Testvorrichtung wahlweise zu halten oder freizugeben. Ein wahlweiser Metallschild 106 kann sich von den Kanten des Elements 83 weg nach oben erstrecken und die anderen Elemente 80, 81 sowie die Hilfsspanneinrichtungen 92, 94 umgeben.

Sämtliche Spannvorrichtungselemente 80, 81 und 83 sowie das zusätzliche Spannvorrichtungselement 79 sind elektrisch gegeneinander isoliert, obgleich sie aus einem elektrisch leitfähigen Metall bestehen und durch Metallschrauben, wie z. B. 96, lösbar miteinander verbunden sind. Mit Bezug auf die Fig. 3 und 3A basiert die elektrische Isolierung auf der Tatsache, daß dielektrische Abstandshalter 85 sowie dielektrische Unterlegscheiben 86 zusätzlich zu den elastischen, dielektrischen O-Ringen 88 vorgesehen sind. Diese bewerkstelligen die gewünschte Isolierung zusammen mit der Tatsache, daß die Schrauben 96 sich durch überdimensionierte Öffnungen in dem unteren der zwei Elemente hindurcherstrecken, welche durch jede Schraube miteinander verbunden werden, wodurch der elektrische Kontakt zwischen dem Schraubenschaft und dem unteren Element verhindert ist. Fig. 3 zeigt deutlich, daß die dielektrischen Abstandshalter 85 sich lediglich über geringe Abschnitte der gegenüberliegenden Oberflächen der miteinander verbundenen Spannvorrichtungselemente erstrecken, wodurch zwischen den gegenüberliegenden Oberflächen Luftspalte über größere Abschnitte ihrer jeweiligen Flächen bestehenbleiben. Solche Luftspalte minimieren die Dielektrizitätskonstante in den Räumen zwischen den jeweiligen Spannvorrichtungselementen, wodurch der kapazitive Widerstand zwischen diesen und die Möglichkeit von elektrischen Leckströmen von einem Element zum anderen entsprechend minimiert wird. Vorzugsweise bestehen die Abstandshalter und Unterlegscheiben 85 und 86 jeweils aus einem Material mit möglichst geringer Dielektrizitätskonstante zusammen mit hoher Dimensionsbeständigkeit und hohem Volumenwiderstand. Ein geeignetes Material für die Abstandshal-

ter und Unterlegscheiben ist Epoxidharz-Glas oder unter der Marke Delrin von E. I. DuPont vertriebenes Acetalhomopolymer.

Mit Bezug auf die Fig. 6 und 7 umfaßt die Spannvorrichtung 20 ferner ein Paar lösbarer, elektrischer Verbindereinrichtungen, welche allgemein mit 108 und 110 bezeichnet sind und von denen jede jeweils wenigstens zwei leitende Verbinderelemente 108a, 108b und 110a, 110b hat, die elektrisch gegeneinander isoliert sind, wobei die Verbinderelemente 108b und 110b die Verbinderelemente 108a und 110a als Schutz vorzugsweise coaxial umgeben. Falls gewünscht, können die Verbindereinrichtungen 108 und 110 eine dreiachsige Konfiguration haben und, wie in Fig. 7 gezeigt, jeweils äußere Abschirmungen 108c, 110c aufweisen, welche die jeweiligen Verbinderelemente 108b und 110b umgeben. Die äußeren Abschirmungen 108c und 110c können, falls gewünscht, elektrisch über einen Abschirmkasten 112 und einen den Verbinder tragenden Haltearm 113 mit dem Spannvorrichtungselement 83 verbunden sein, obgleich eine derartige elektrische Verbindung insbesondere mit Blick auf das umlaufende EMB-Abschirmgehäuse 42, 44 optional vorgesehen ist. In jedem Fall sind die jeweiligen Verbinderelemente 108a und 110a elektrisch parallel mit einer Verbinderplatte 114 verbunden, welche entlang einer gekrümmten Kontaktfläche 114a über Schrauben 114b ineinandergreifend und lösbar mit der gekrümmten Kante des Spannvorrichtungselementes 80 verbunden ist. Umgekehrt sind die Verbinderelemente 108b und 110b parallel an eine Verbinderplatte 116 angeschlossen, welche ähnlich ineinandergreifend lösbar mit dem Element 81 verbunden ist. Die Verbinderplatten erstrecken sich frei durch eine rechteckige Öffnung 112a in dem Kasten 112 und sind elektrisch von dem Kasten 112 und daher von dem Element 83, aber auch gegeneinander elektrisch isoliert. Stellschrauben, wie z. B. 118, befestigen die Verbinderelemente lösbar mit den jeweiligen Verbinderplatten 114 und 116.

Entweder koaxiale oder, wie gezeigt, dreiachsige Kabel 118 und 120 bilden Abschnitte der jeweiligen lösbaren, elektrischen Verbindereinrichtungen 108 und 110, wie dies auch ihre jeweiligen dreiachsigen, lösbaren Verbinder 122 und 124 tun, die eine Wand des unteren Abschnitts 44 des Umgebungs-Schutzgehäuses derartig durchdringen, daß die Außenabschirmungen der dreiachsigen Verbinder 122, 124 elektrisch mit dem Gehäuse verbunden sind. Weitere dreiachsige Kabel 122a, 124a sind lösbar mit den Verbindern 122 und 124 von geeigneten Testgeräten, wie z. B. einem Hewlett-Packard 4142B modularen Gleichstromquelle/Monitor oder einem Hewlett-Packard 4284A Präzisions-LCR Meter, in Abhängigkeit von dem Prüfeinsatz verbindbar. Falls die Kabel 118 und 120 bloße Koaxialkabel oder andere Arten von Kabeln mit lediglich zwei Leitern sind, verbindet der eine Leiter das innere (Signal) Verbinderelement eines jeweiligen Verbinders 122 oder 124 mit einem jeweiligen Verbinderelement 108a oder 110a, während der andere Leiter das dazwischenliegende (Schutz) Verbinderelement eines jeweiligen Verbinders 122 oder 124 mit einem jeweiligen Verbinderelement 108b, 110b verbindet.

In jedem Fall liefern die lösbaren Verbindereinrichtungen 108, 110 aufgrund ihrer Schaltverbindungen mit den zwei Verbinderplatten 114, 116 im einzelnen sofort gebrauchsfertige Signal- und Schutzverbindungen zu den Spannvorrichtungselementen 80 und 81 sowie damit verbundene gebrauchsfertige, geschützte Kelvinverbindungen. Für Anwendungen, welche lediglich einen Schutz der Spannvorrichtung erfordern, wie z. B. die Messung einer Schwachstromleckage aus einer Prüfvorrichtung durch das Element 80, ist es lediglich erforderlich, daß die Bedienungsperson ein einfach geschütztes Kabel 122a von einem Prüfgerät, wie z. B. einem Hewlett-Packard 4142B modularen Gleichstromquelle/Monitor, mit dem lösbaren Verbinder 122 derart verbindet, daß eine Signalleitung durch das Verbinderelement 108a und die Verbinderplatte 114 zum Spannvorrichtungselement 80 vorgesehen ist und daß eine Schutzleitung durch das Verbinderelement 108b und die Verbinderplatte 116 zum Element 81 vorgesehen ist. Falls alternativ dazu für Niederspannungsmessungen eine Kelvinverbindung zu der Spannvorrichtung gewünscht wird, wie sie beispielsweise für Messungen einer geringen Kapazität erforderlich sind, braucht die Bedienungsperson lediglich ein Paar von Kabeln 122a und 124a an den jeweiligen Verbindern 122, 124 von einem geeigneten Prüfgerät, wie z. B. einem Hewlett-Packard 4284A Präzisions-LCR-Meter, anzuschließen, wodurch sowohl die Spannungsquellen- und Meßleitungen zum Element 80 durch die Verbinderelemente 108a und 110a und die Verbinderplatte 114 als auch Schutzleitungen zu dem Element 81 durch die Verbinderelemente 108b und 110b und die Verbinderplatte 116 bereitgestellt werden.

Prüfanordnung

Mit Bezug auf die Fig. 5B, 8 und 9 sind einzelne, individuell bewegbare Meßfühler 30, welche Paare von Meßfühlerelementen 30a aufweisen, durch jeweilige Meßfühlerhalter 28 abgestützt, welche wiederum durch jeweilige ausfahrbare Abschnitte 26 unterschiedlicher Meßfühler-Positioniereinrichtungen, wie z. B. 24, gehalten sind. Auf jeder Meßfühler-Positioniereinrichtung 24 befindet sich ein Abschirmkasten 126 mit einem daran angebrachten Paar dreiachsiger Verbinder 128, 130, wobei das jeweilige dreiaxiale Kabel 132 in jeden dreiachsigen Verbinder von einem geeigneten, obenerwähnten Testgerät eintritt. Jeder dreiachsige Verbinder umfaßt ein jeweiliges inneres Verbinderelement 128a, 130a, ein dazwischenliegendes Verbinderelement 128b, 130b und ein äußeres Verbinderelement 128c, 130c in konzentrischer Anordnung. Jedes äußere Verbinderelement 128c, 130c endet durch Verbindung mit dem Abschirmkasten 126. Umgekehrt sind die inneren Verbinderelemente 128a, 130a und die dazwischenliegenden Verbinderelemente 128b, 130b jeweils mit den inneren und äußeren Leitern eines Paares von Koaxialkabeln 134, 136 verbunden, welche somit geschützte Kabel darstellen. Jedes Kabel 134, 136 endet durch einen jeweiligen Koaxialverbinder 138, 140 mit einem jeweiligen Meßfühlerelement 30a, welches einen zentralen, von einer Schutzeinrichtung 144 umgebenden Leiter 142 aufweist. Um eine angemessene

sene Abschirmung für die Koaxialkabel 134, 136 insbesondere im Bereich außerhalb des achteckigen Kastens 48 herbeizuführen, ist ein elektrisch leitfähiges Abschirmrohr 146 um die Kabel 134, 136 vorgesehen und elektrisch durch den Abschirmkasten 126 mit den äußeren Verbindungselementen 128c, 130c der jeweiligen dreiachsigen Verbinder 128, 130 verbunden. Das Abschirmrohr 146 erstreckt sich durch denselben Schlitz in dem Schaum 50 wie der darunterliegende ausfahrbare Körper 26 der Meßfühler-Positioniereinrichtung 24. Somit hat jeder individuell bewegbare Meßfühler 30 nicht nur seinen eigenen, separaten, individuell bewegbaren Meßfühlerhalter 28, sondern auch seine eigene, individuell bewegbare Abschirmung 146 für seine geschützten Koaxialkabel, welche Abschirmung zusammen mit dem Meßfühlerhalter unabhängig von der Bewegung irgendeines anderen Meßfühlerhalters durch einen anderen Positioniermechanismus 24 bewegbar ist. Dieses Merkmal ist besonders vorteilhaft, da derartig individuell bewegbare Meßfühler normalerweise nicht sowohl für abgeschirmte als auch geschützte Verbindungen eingerichtet sind, wobei dieser Mangel durch die beschriebene Konstruktion gelöst wird. Dementsprechend ist es möglich, die Meßfühler 30 mit denselben Schutztechniken und Kelvinverbindungstechniken gebrauchsfertig, wie es die Spannvorrichtung 20 ist, trotz der individuellen Positionierfähigkeit jedes Meßfühlers 30 mit voller Abschirmung zu verwenden.

Begriffe und Ausdrücke, die in der vorstehenden Beschreibung zum Einsatz gekommen sind, werden darin zum Zwecke der Beschreibung und nicht einer Einschränkung verwendet. Es ist nicht beabsichtigt, mit dem Gebrauch derartiger Begriffe und Ausdrücke Äquivalente der gezeigten und beschriebenen Merkmale oder deren Teile auszuschließen. Es wird darauf hingewiesen, daß der Umfang der Erfindung ausschließlich durch die nachfolgenden Patentansprüche festgelegt und begrenzt ist.



PATENTANWÄLTE

KERN, BREHM & PARTNER GbR

Albert-Rosshaupter-Str. 73 - D - 81369 München - Telefon (089) 760 55 20 760 55 26 - Telefax (089) 760 55 59

EP 0 574 149 (93303936.4-2203)

Cas-9325/EP/DE

CASCADE MICROTECH, INC.

vp-pw

5

Patentansprüche

1. Prüfstation umfassend:

10

- a) eine Spannvorrichtung (20) zum Halten einer Testvorrichtung;
- b) einen Halter (28) für einen elektrischen Meßfühler (30) zum Berühren der Testvorrichtung;
- c) einen Positioniermechanismus (14; 16; 24) zum selektiven Bewegen wenigstens einer Spannvorrichtung (20) und eines Halters (28) hin oder weg von der/dem anderen entlang einer Heranführungsachse;
- d) wobei die Spannvorrichtung (20) wenigstens separate erste, zweite und dritte, elektrisch leitfähige Spannvorrichtungselemente (80, 81; 81, 83) aufweist, die elektrisch gegeneinander isoliert und mit fortschreitend größeren Abständen von dem Halter (28) entlang der Heranführungsachse positioniert sind, und wobei die Spannvorrichtung ferner wenigstens eine lösbare, elektrische Verbindereinrichtung (108) zum lösbaren Aufnehmen eines Kabels von einem Testgerät aufweist, die Verbindereinrichtung (108) wenigstens zwei leitfähige Verbinderelemente (108a, b; 108b, c) aufweist, die elektrisch gegeneinander isoliert sind, jedes der Verbinderelemente ineinandergreifend mit einem jeweiligen anderen der ersten und zweiten Spannvorrichtungselementen elektrisch verbunden und nicht mit dem dritten Spannvorrichtungselement elektrisch verbunden ist, und wobei jedes der Spannvorrichtungselemente ferner wenigstens eine Oberfläche aufweist, die zu einer Oberfläche eines anderen der Spannvorrichtungselemente gerichtet ist, wobei die Spannvorrichtung ferner dielektrische, zwischen jeweiligen Oberflächen der jeweiligen Spannvorrichtungselemente angeordnete Abstandshalter (85) aufweist und sich die Abstandshalter (85) lediglich über geringe Abschnitte der Oberfläche erstrecken und dadurch zwischen den gegenüberliegenden Flächen Luftspalte über größere Abschnitte ihrer jeweiligen Oberflächen freilassen.

15

20

25

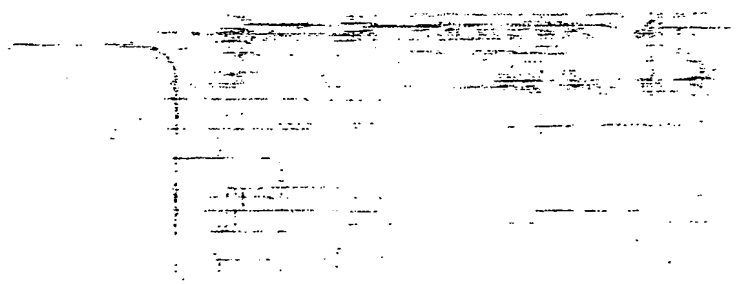
30

- 2. Prüfstation nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannvorrichtung (20) in einem Gehäuse (40, 42) mit leitfähigen Oberflächen zum elektromagnetischen Abschir-

23.07.98

men der jeweiligen Abschnitte der Spannvorrichtung (20) angeordnet ist und keines der leitfähigen Verbinderelemente (108a, b) elektrisch mit den leitfähigen Oberflächen verbunden ist.

- 5 3. Prüfstation nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** einen leitfähigen Körper (106), welcher wenigstens den Umfang des ersten Spannvorrichtungselements (80) umgibt, wobei der leitfähige Körper (106) eine Innenfläche aufweist, welche dem Umfang seitlich gegenüberliegend angeordnet und von diesem beabstandet ist, um dadurch Luftspalte zwischen der Innenfläche und dem Umfang über größere Abschnitte ihrer jeweils gegenüberliegenden Oberflächen freizulassen.
- 10
4. Prüfstation nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spannvorrichtung (20) und das Gehäuse (40, 42) seitlich relativ zueinander bewegbar sind, um eine Bewegung des Meßfühlers zwischen einzelnen Positionen auf der Vorrichtung zu ermöglichen.
- 15



2007-08

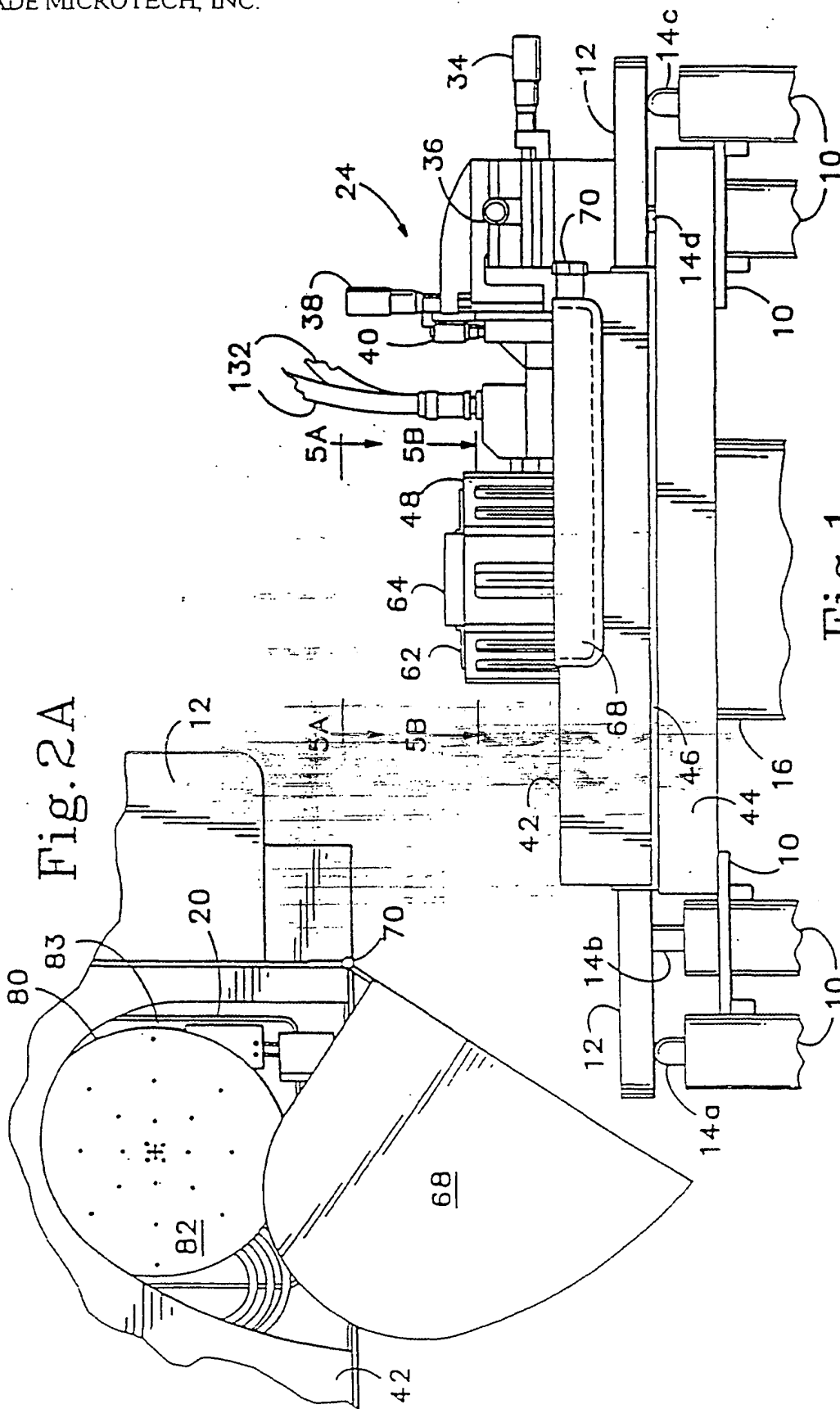
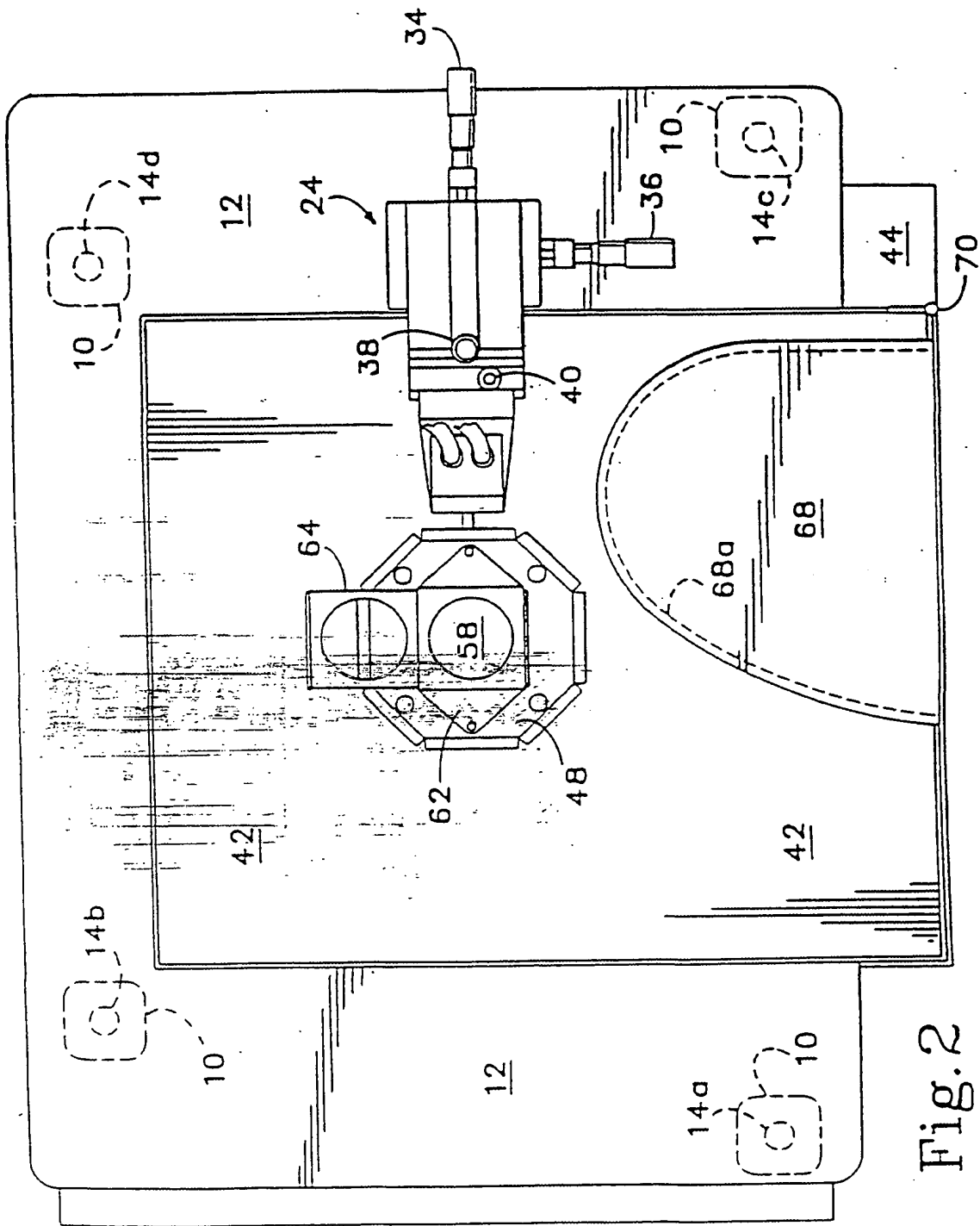
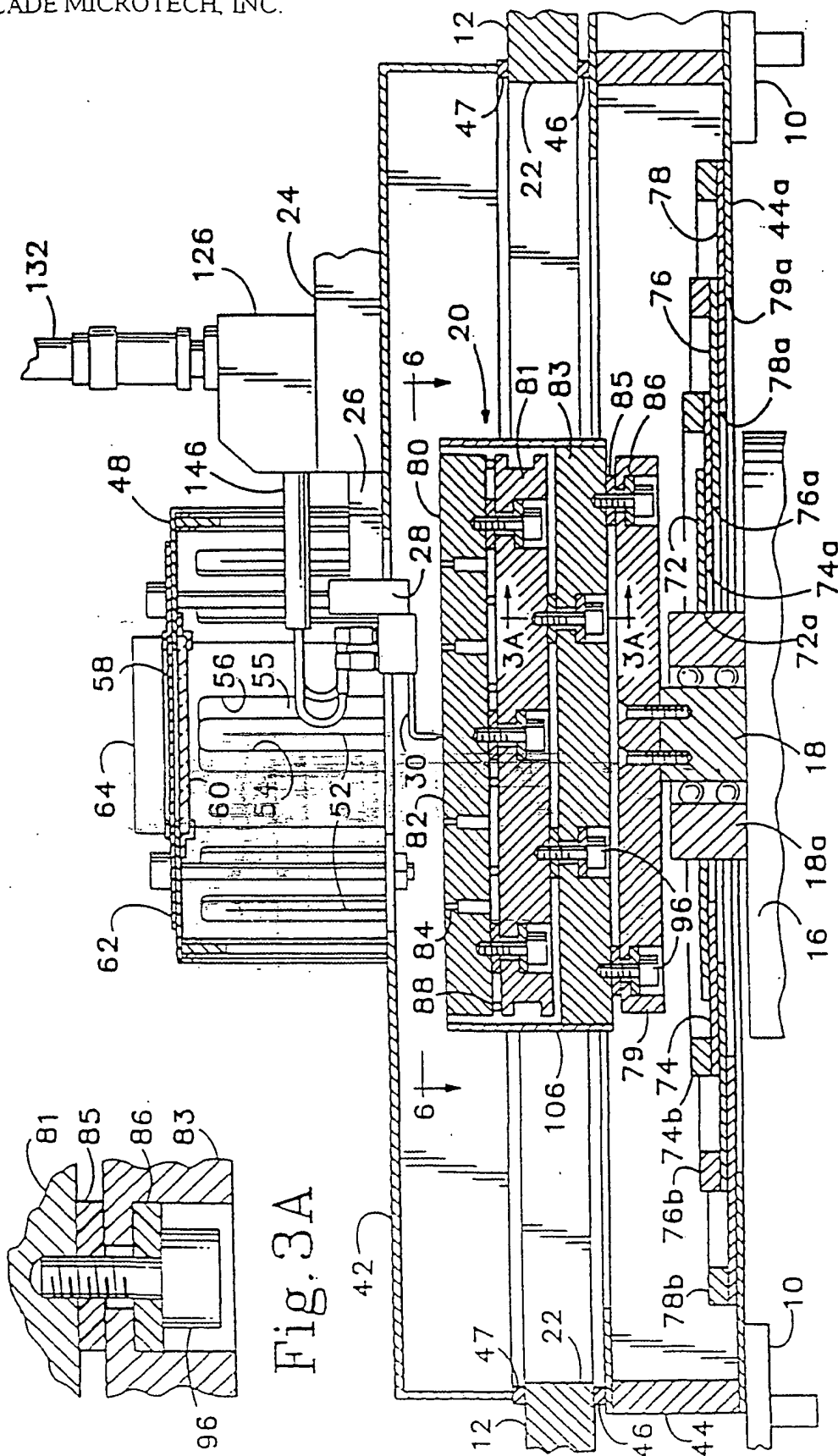


Fig. 1

23.07.98





23.07.98

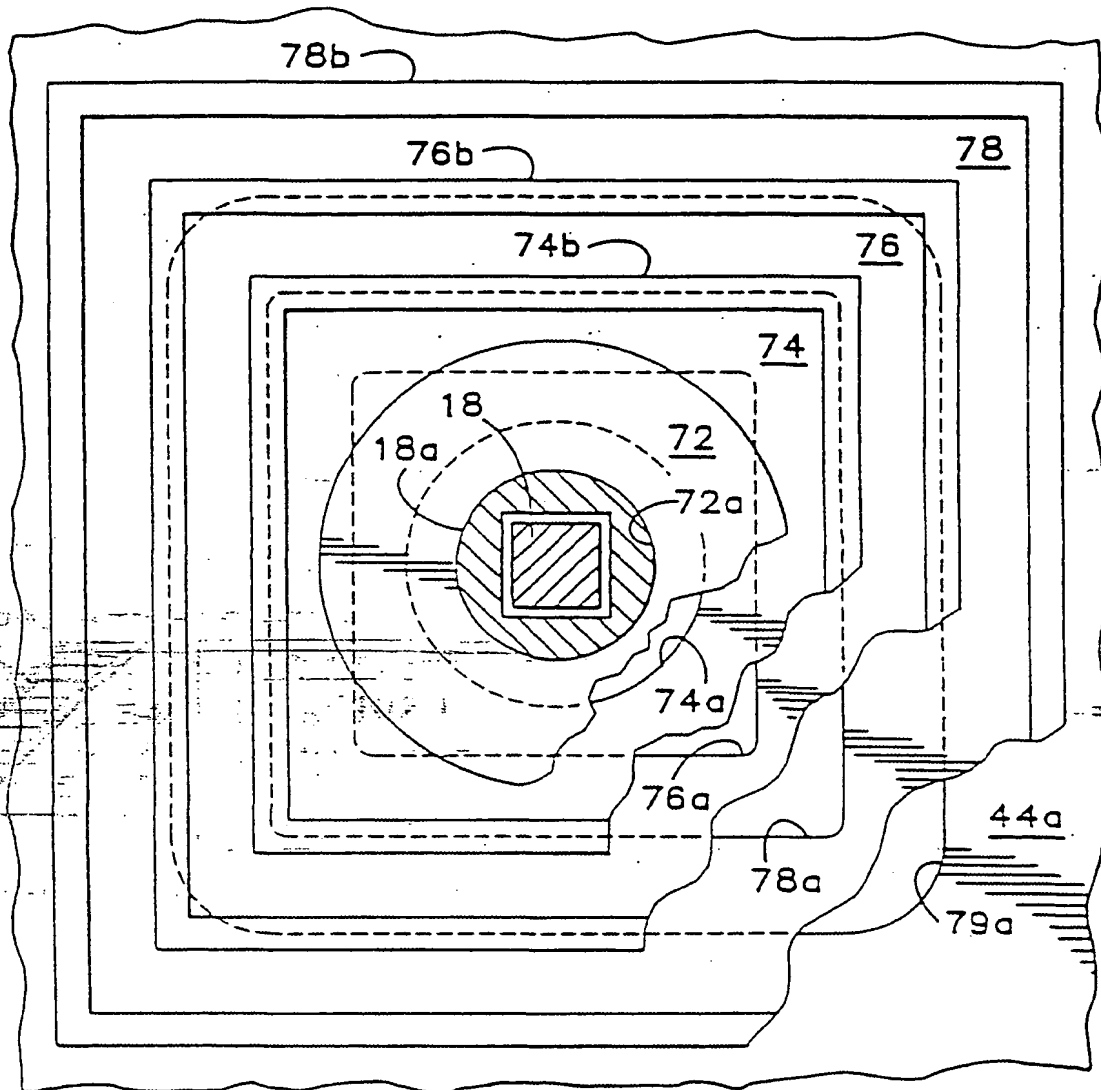


Fig. 4

23.07.98

EP 0 574 149 (93303936.4-2203)

5/7

Cas-9325/EP/DE

CASCADE MICROTECH, INC.

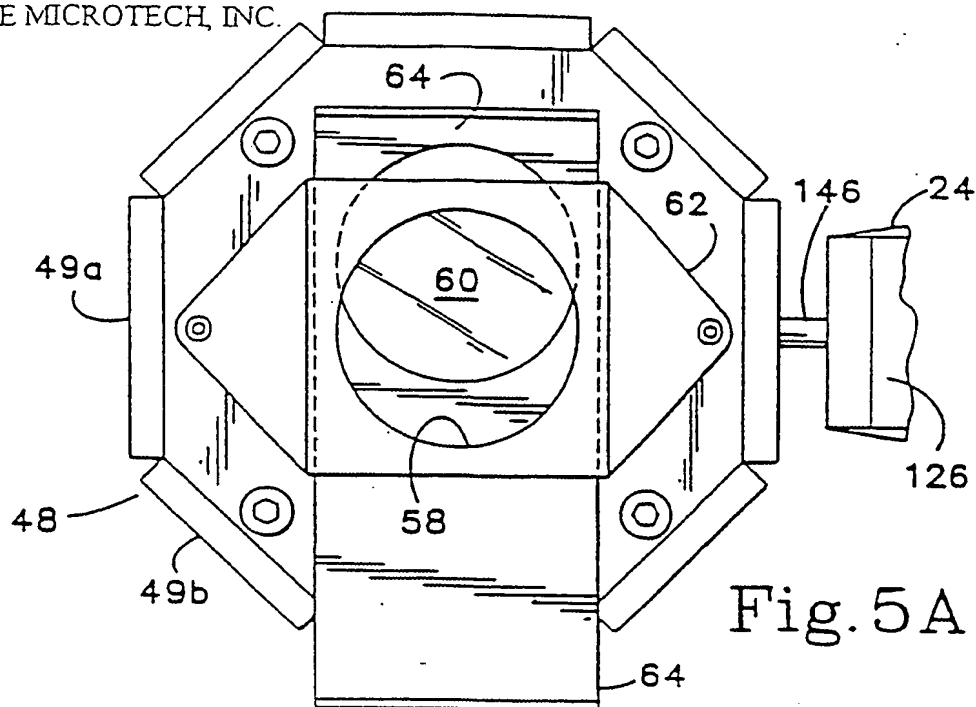


Fig. 5A

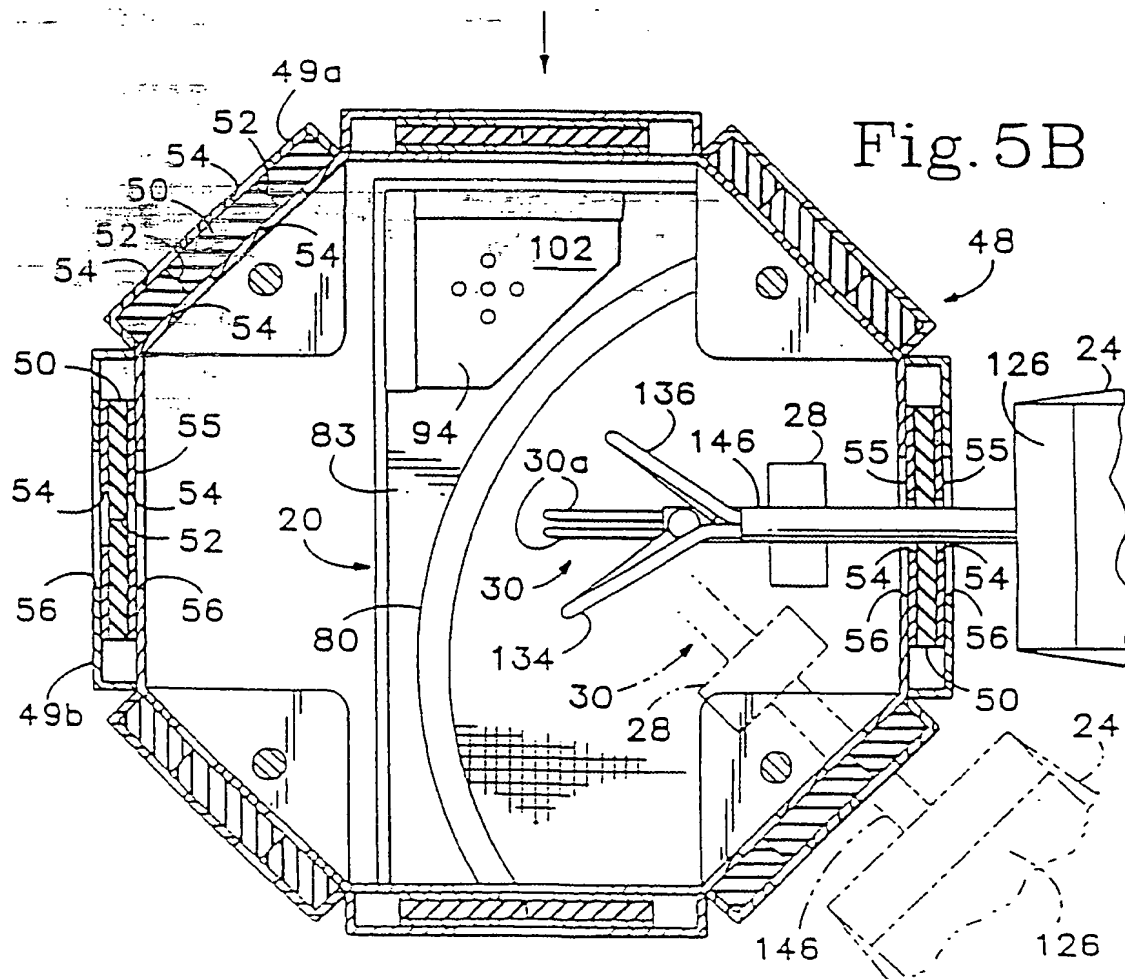


Fig. 5B

25.07.98

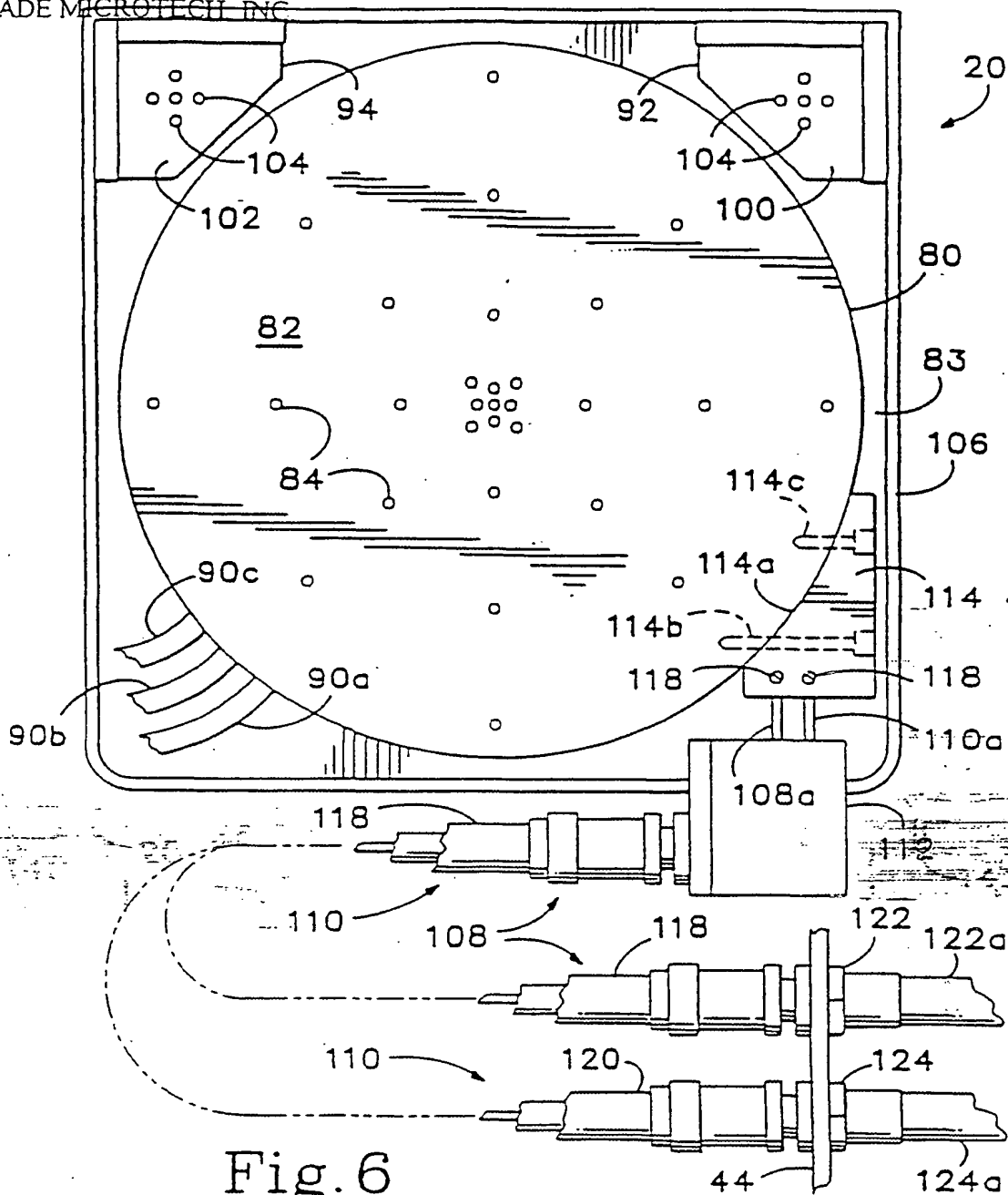


Fig. 6

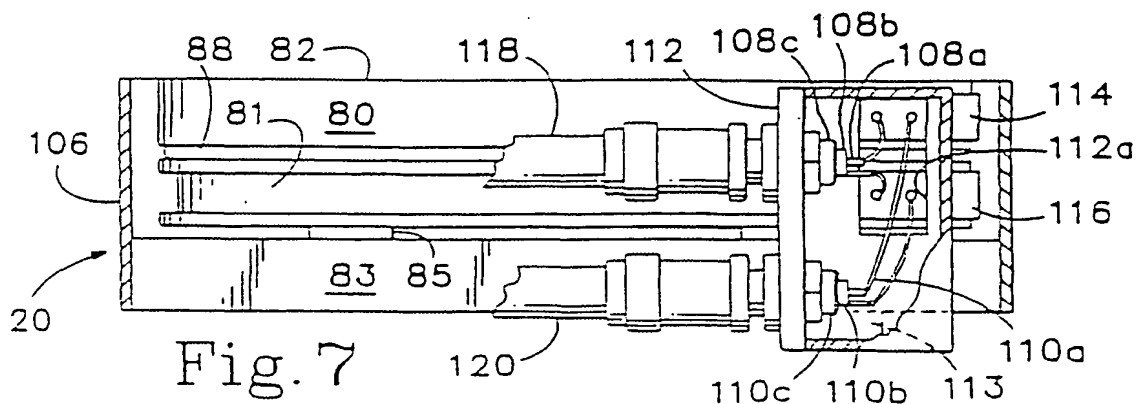


Fig. 7

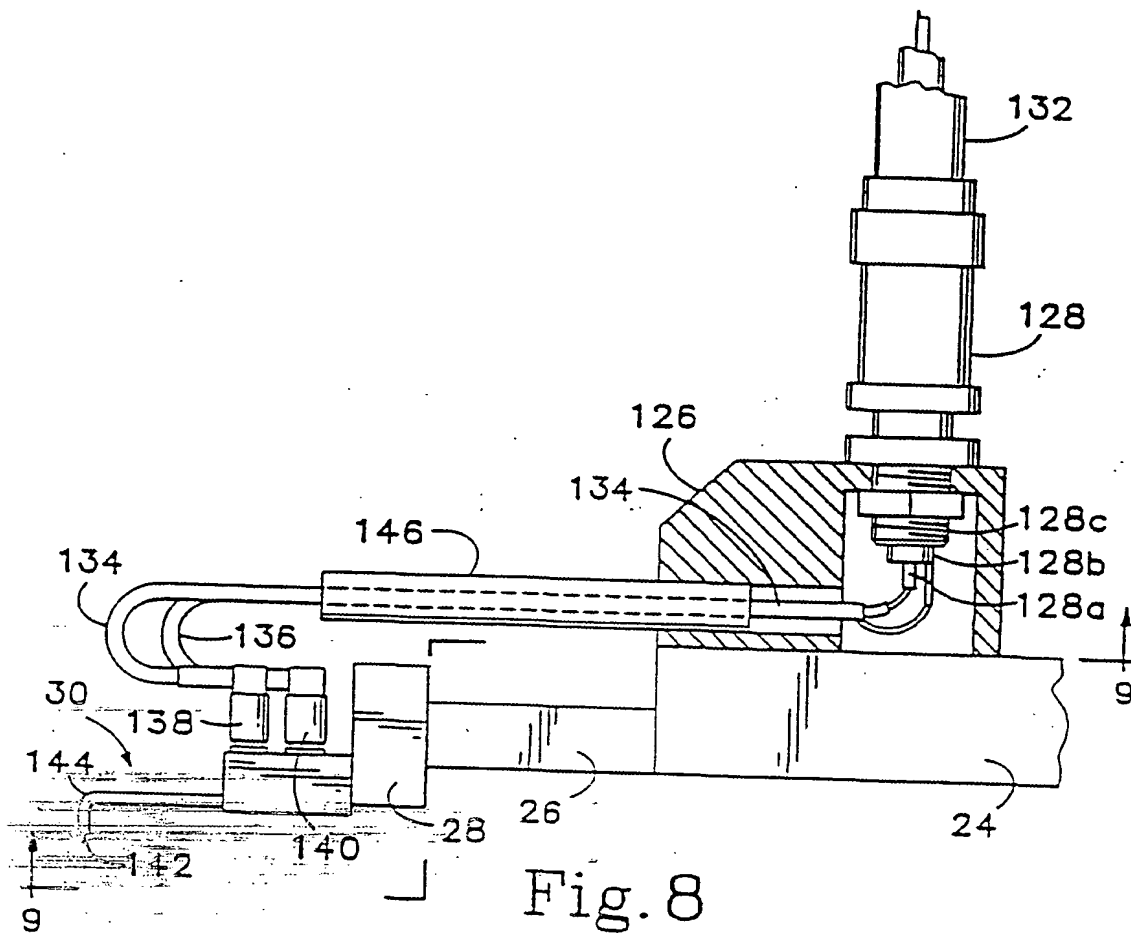


Fig. 8

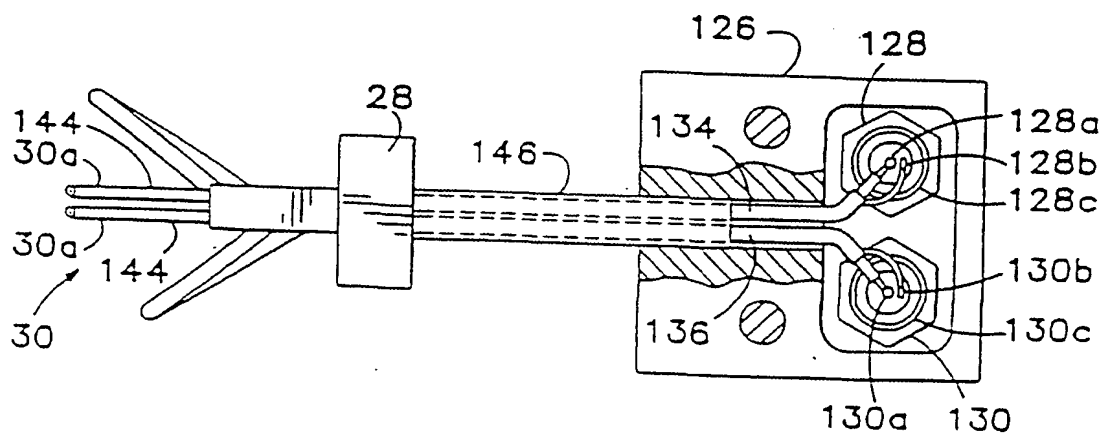


Fig. 9